

Analisis Penambahan Additive Batu Gamping Terhadap Kualitas Komposisi Kimia Semen Portland

Analysis of Addition of Limestone Additive to the Quality of Chemical Composition Cement Portland

Ismail Marzuki

Staf Pengajar pada Akademi Analis Kimia Yapika Makassar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui kadar senyawa-senyawa oksida, zat tak larut dan hilang pijar pada additive limestone sebagai bahan tambahan semen portland, serta pengaruh zat additive limestone tersebut terhadap komposisi kimia semen portland. Contoh additive limestone dan contoh semen telah ditambah additive limestone diambil dari pabrik semen Bosowa dan dianalisis secara manual menggunakan sejumlah pereaksi tertentu yang sesuai dan prosedur kerja analisis standar SNI tahun 2002. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar senyawa oksida additive limestone yang ditambahkan pada semen portland memenuhi standar yang diperbolehkan menurut metode ASTM. Pengaruh additive limestone terhadap komposisi kimia semen berturut-turut : Terjadi penurunan kadar SiO_2 rata-rata 0,16%, penurunan kadar Al_2O_3 rata-rata 0,105%, penurunan kadar Fe_2O_3 rata-rata 0,048%, penurunan kadar MgO rata-rata 0,035%, dan penurunan kadar SO_3 rata-rata 0,005 % setiap penambahan additive limestone 2 %. Penambahan additive limestone terhadap kadar CaO meningkat rata-rata 0,170%, kadar zat tak larut (IR) meningkat rata-rata 0,055%, dan kadar zat hilang pijar meningkat rata-rata 0,88% setiap penambahan additive limestone 2 %.

Kata kunci : *additive, limestone, oksida, pengaruh, semen*

ABSTARC

This research aimed to know the concentration of oxide compounds, in soluble and incandescence substance in limestone as additive agent on Portland cement, and the influence of the limestone on chemical composition of the Portland cement. The samples of limestone additive and Portland cement are taken from Bosowa cement factory and analyzed manually by using a number of certain reagent that suitable to procedure of SNI analyzes 2002. Result of analysis indicate that oxide compound rate of additive enhanced limestone at cement of portland fulfill enabled standard according to method of ASTM. Influence of limestone additive to chemical composition cement successively. Happened degradation of mean concentration of SiO_2 occurred 0,16%, degradation of rate of Al_2O_3 mean 0,105%, degradation of rate of Fe_2O_3 mean 0,048%, degradation of rate of MgO mean 0,035%, and degradation of rate of SO_3 mean 0,005 % each, every addition of limestone additive 2 %. Addition of limestone additive to rate of CaO mount mean 0,170%, rate of residue (IR) mount mean 0,055%, and rate loss incandescence mount mean 0,88% each, every addition of limestone additive 2 %.

Keyword : *additive, limestone, oxide, influence, cement.*

PENDAHULUAN

Semen adalah bahan perekat yang berbentuk halus jika ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi dan dapat mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan massa yang kokoh. Sedangkan semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak atau klinker yang mengandung senyawa kalsium silikat bersifat hidrolis, bersama dengan bahan tambahan gypsum yang berfungsi untuk mengendalikan reaksi awal.

Senyawa utama yang dibutuhkan dalam pembuatan semen adalah oksida kapur (CaCO_3), oksida silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3), dan oksida besi (Fe_2O_3). Kandungan kombinasi dari keempat oksida $\pm 90\%$ dari berat semen yang biasanya disebut dengan oksida mayor. Disamping itu $\pm 10\%$ mengandung oksida minor yang terdiri dari oksida magnesium (MgO), oksida alkali (Na_2O dan K_2O), oksida titan (TiO_2), oksida fosfor (P_2O_5), serta gypsum. Oksida mayor memberikan kontribusi terhadap proses pembentukan klinker dan sifat-sifat semen yang dihasilkan. CaO dan SiO_2 misalnya, memberikan pengaruh terhadap kekuatan tekan semen. Al_2O_3 dan Fe_2O_3 dapat menurunkan temperatur sintering pada proses pembentukan klinker. Sebaliknya oksida-oksida minor dibatasi sampai presentase tertentu untuk menjaga kualitas semen atau untuk menghindari masalah proses.

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan semen adalah batuan alam yang mengandung oksida-oksida kalsium, silika, dan alumina. Silika tersebut dapat dibagi menjadi tiga kelompok sesuai fungsinya yaitu :

1. Bahan baku utama adalah bahan baku yang mengandung komposisi kimia oksida-oksida kalsium, silika, dan

alumina. Batuan alam yang tergolong bahan baku utama adalah *calcareous* dan *argillaceous*. Calcareous pada dasarnya adalah semua batuan alam yang mengandung senyawa CaCO_3 dan digunakan sebagai sumber oksida kalsium.

2. Bahan baku korektif adalah bahan baku yang dipakai apabila pencampuran bahan baku utama komposisi oksida-oksidanya belum memenuhi persyaratan secara kualitatif dan kuantitatif.
3. Bahan baku tambahan adalah bahan baku yang ditambahkan pada terak/klinker untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari semen yang dihasilkan. Gypsum merupakan salah satu dari semen yang dihasilkan.

Kualitas Semen Portland secara fisik atau kimiawi tak dapat dilihat untuk mengetahui dan memahami mutu semen Portland, oleh karena itu kita harus memahami bagaimana Semen Portland tersebut diformulasikan berdasarkan spesifikasinya. Spesifikasi ini berarti persyaratan/ keputusan tujuan yang harus dipenuhi Semen Portland jenis tertentu melalui pengujian kinerja yang menggunakan alat pengujian khusus.

Kebutuhan analisa kimia yang cepat dan akurat oleh suatu industri sangat diperlukan guna kelancaran produksi dengan mutu produk yang memuaskan. Tak heran jika peralatan yang sifatnya manual yang dipakai dalam melakukan analisa secara berkala dilakukan peningkatan kualitas dan akurasi analisa yang tinggi. Berdasar pada prinsip-prinsip analisa kimia dan tidak keluar dari prinsip dasar kimia analitik, perancangan proses analisa yang terjadi didalamnya dapat diterangkan secara umum dengan meninjau sifat-sifat kimia zat/ bahan yang akan dianalisa maupun zat/ bahan lain yang terlibat

didalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar senyawa-senyawa oksida pada additive limestone sebagai bahan tambahan pada semen portland dan pengaruh kadar penambahan zat additive limestone terhadap komposisi kimia semen portland.

METODE PENELITIAN

1. Penetapan SiO_2

Penetapan kadar SiO_2 dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{SiO}_2 = \frac{(a-b)}{\text{BobotContoh}} \times 100\%$$

2. Penetapan R_2O_3

Penetapan kadar Al_2O_3 dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{(a-b)}{\text{BobotContoh}} \times 100\%$$

3. Penetapan CaO

Prinsip : Kalsium diendapkan dan ammonium oksalat sebagai kalsium oksalat dan dengan asam sulfat akan dilepaskan asam oksalat, kemudian ammonium oksalat dititar dengan kalium permanganate. Kadar CaO dihitung dengan rumus:

$$\% \text{CaO} = F \times \text{ml KMnO}_4$$

4. Penetapan MgO

Prinsip : Magnesium oksida diendapkan sebagai NH_4MgPO_4 dengan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dan ditimbang sebagai $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Kadar MgO dihitung dengan rumus :

$$\% \text{MgO} = w \times 72.4$$

5. Penetapan IR (bagian tak larut)

Kadar bagian tak larut dalam semen dihitung dengan rumus:

$$\% \text{IR} = \frac{\text{BertaEndapan}}{\text{BeratConoh}} \times 100\%$$

6. Penetapan SO_3

Kadar SO_3 dalam semen dihitung dengan rumus:

$$\% \text{SO}_3 = W \times 34.3$$

7. Penetapan Fe_2O_3

Kadar Fe_2O_3 dihitung dengan rumus :

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{Ex(V-B) \times 100}{W}$$

8. Penetapan LOI

Bagian yang hilang diasumsikan untuk menunjukkan jumlah air dan CO_2 dalam semen, dihitung dengan rumus

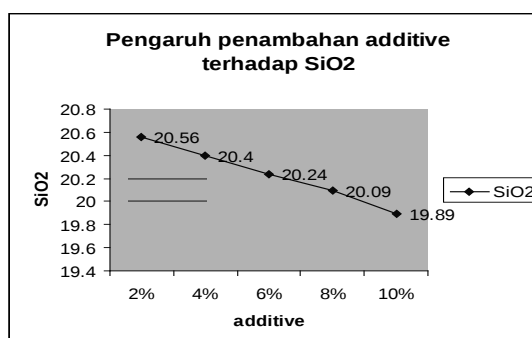
$$\% \text{LOI} = \frac{(x-y)}{\text{BobotContoh}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan, diperoleh hasil, semakin banyak penambahan additive (limestone) yang ditambahkan pada semen Portland memberi pengaruh perubahan komposisi kimia semen Portland.

1. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar SiO_2 dalam semen portland

Semakin tinggi penambahan additive (limestone) pada semen portland maka kadar SiO_2 yang diperoleh semakin rendah, rata-rata penurunan kadar SiO_2 dalam semen Portland adalah 0,160% setiap penambahan 2% additive limestone, sebagaimana Grafik 1.



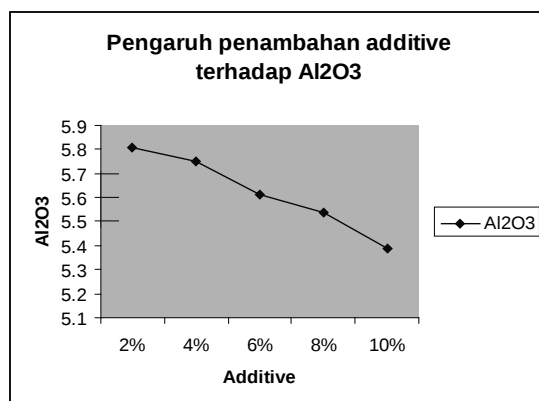
Grafik 1. Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap SiO_2

Ini disebabkan kandungan SiO_2 pada semen rendah, yaitu hanya berkisar 1 %. SiO_2 merupakan senyawa kedua

terbesar yang ada dalam semen setelah CaO. Dalam semen, SiO_2 selalu dalam keadaan berikatan atau bersenyawa dengan oksida kalsium, baik sebagai C_3S maupun sebagai C_2S .

2. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar Al_2O_3 dalam semen portland

Semakin tinggi penambahan additive (limestone) pada semen portland maka kadar Al_2O_3 yang diperoleh semakin rendah. Rata-rata penurunan kadar Al_2O_3 dalam semen Portland adalah 0,105% setiap penambahan 2 % additive limestone, sebagaimana terlihat pada Grafik 2t. Hal ini disebabkan karena kandungan Al_2O_3 juga rendah. Besarnya kadar Al_2O_3 akan sangat mempengaruhi nilai Alumina Modulus (AM). Jika kadar Al_2O_3 rendah maka nilai AM yang dihasilkanpun rendah begitupun sebaliknya jika kadar Al_2O_3 tinggi maka nilai AM yang dihasilkan juga tinggi.

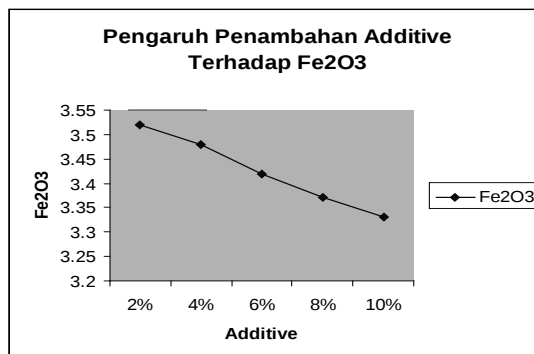


Grafik 2. Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap Al_2O_3

3. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar Fe_2O_3 dalam semen portland

Penambahan additive (limestone) yang semakin besar pada semen portland kadar Fe_2O_3 yang diperoleh semakin rendah, penurunannya rata-rata 0,048% setiap penambahan 2% additive

limestone, lihat pada Grafik 3 di bawah. Hal ini disebabkan karena pada semen, kandungan Fe_2O_3 juga rendah. Disamping itu Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan CaO akan membentuk senyawa kalsium alumina ferrit (C_4AF) yang dapat mempengaruhi warna pada Semen Portland.

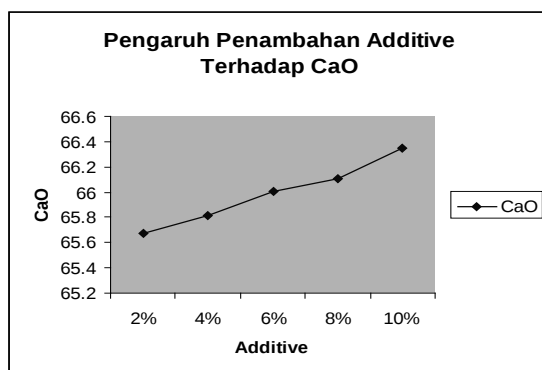


Grafik 3 Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap Fe_2O_3

Penentuan kadar Fe_2O_3 tidak ada batasan khusus yang diberikan oleh SNI maupun ASTM, karena penentuan kadar Fe_2O_3 dimaksudkan untuk mencapai target semen yang akan diproduksi.

4. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar CaO dalam semen portland

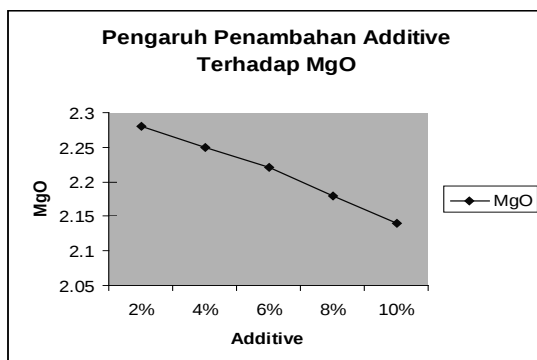
Semakin tinggi penambahan additive (limestone) pada semen portland maka kadar CaO dalam semen portland semakin tinggi. Peningkatan kadar CaO dalam semen rata-rata 0,170% setiap penambahan 2% additive limestone, lihat Grafik 4. Ini disebabkan unsur terbanyak dari limestone adalah CaCO_3 , dimana kandungan CaCO_3 didalam limestone berkisar antara 80-99%. Disamping itu juga merupakan senyawa yang bereaksi dengan senyawa silica, alumina dan besi yang akan membentuk senyawa potensial penyusun utama semen.



Grafik 4. Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap CaO

5. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar MgO dalam semen portland

Penambahan additive limestone dalam semen Portland berpengaruh pada penurunan kadar MgO dengan rata-rata penurunan adalah 0,035% setiap penambahan 2% additive limestone. MgO terutama diperoleh dari peruraian (dekomposisi) dolomite, CaCO_3 MgCO_3 yang terdapat dalam batu kapur. Kadangkadang MgO biasa berasal dari mineral-mineral tanah liat. Adapun standar SNI dan ASTM untuk kadar MgO adalah maksimum 6.0 %, lihat Grafik 5 di atas.

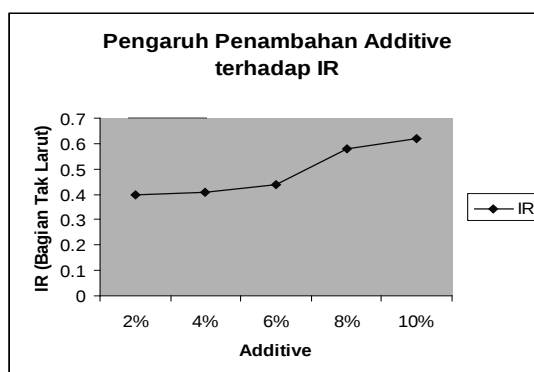


Grafik 5 Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap MgO

6. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar IR (bagian tak larut) dalam semen portland

Penetapan kadar IR dimaksudkan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur yang tidak larut secara kimia.

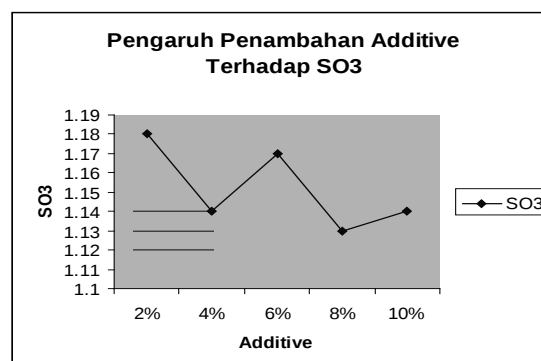
Semakin tinggi penambahan additive (limestone) pada semen portland maka kadar IR (bagian tak larut) yang diperoleh juga semakin tinggi, dengan peningkatan rata-rata 0,055% setiap penambahan 2% additive limestone. Peningkatan kadar IR masih dalam batas standar yang ditetapkan untuk SNI dan ASTM, lihat Grafik 6 di bawah.



Grafik 6 Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap IR

7. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar SO_3 dalam semen portland

Gypsum ditambahkan dalam semen bertujuan untuk mengatur pengikatan semen selama proses hidrasi berlangsung (sebagai retarder). Pada hidrasi semen C_3A segera bereaksi dengan air membentuk $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. senyawa ini bereaksi dengan air membentuk *ettringite* yang akan membungkus permukaan 3CaO , lihat Grafik 7 di bawah.

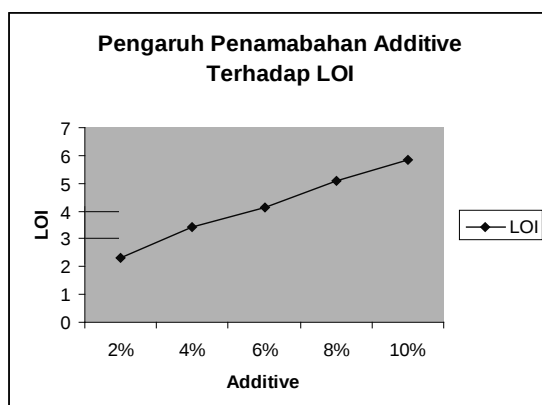


Grafik 7 Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap SO_3

Namun bila terlalu banyak akan menimbulkan kerugian pada sifat ekspansi, dan menurunkan kuat tekan. Selain itu, tingginya kadar SO_3 dalam semen juga dapat memungkinkan gangguan pada proses pembakaran. Penambahan additive (limestone) yang meningkat pada semen portland berpengaruh pada penurunan kadar SO_3 dengan penurunan rata-rata 0,005% setiap penambahan 2% additive limestone.. Batas toleransi maksimum yang ditentukan oleh SNI dan ASTM adalah maksimum 3.5 %.

8. Pengaruh Additive limestone terhadap kadar LIO ((hilang pijar) dalam semen portland

Penambahan additive (limestone) yang semakin besar pada semen portland berpengaruh pada peningkatan kadar LOI (hilang pijar) yang diperoleh dalam semen Portland. Rata-rata peningkatan kadar LOI dalam semen Portland tersebut adalah 0,88% setiap penambahan 2% additive limestone. Lihat Grafik 8. Batas toleransi maksimum yang ditentukan oleh SNI adalah maksimum 5.0 % dan ASTM adalah maksimum 3.0 %.



Grafik 8 Pengaruh Penambahan Additive Limestone Terhadap LOI

Dan jika dibandingkan dari hasil analisa yang diperoleh maka kadar LOI dalam Semen Portland yang memenuhi standar adalah pada penambahan additive 2 – 6 % sedangkan jika dilihat dari standar ASTM, maka yang memenuhi standar adalah pada penambahan additive 2 %. Kandungan LOI dalam semen Portland harus dibatasi karena dapat menimbulkan kerusakan dengan tingginya kadar LOI, dan dapat menyebabkan kualitas semen menurun karena tingginya CO_2 dari CaCO_3 limestone.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar komposisi kimia untuk semen adalah : kadar SiO_2 : 20.71 %; kadar Al_2O_3 : 5.86%; kadar Fe_2O_3 : 3.51 %; kadar CaO : 64.94 %; kadar MgO : 2.25 %; kadar IR : 0.35 %; kadar SO_3 : 1.17 %; dan kadar LOI : 1.74 %

Limestone kadar komposisi kimianya adalah : kadar SiO_2 : 0.96 %; kadar Al_2O_3 : 0.69 %; kadar Fe_2O_3 : 0.33 %; kadar CaO : 54.45 %; kadar MgO : 0.67 %; Kadar IR : 1.78 %; kadar SO_3 : 0.15 %; dan kadar LOI : 42.69 %

Campuran (Mix) Semen dan Limestone, kadar komposisi kimianya, yaitu : untuk mix Semen dan Limestone 2 %, kadar SiO_2 : 20.71 %; kadar Al_2O_3 : 5.81%; kadar Fe_2O_3 : 3.52 %; kadar CaO : 65.67 %; kadar MgO : 2.28 %; kadar IR : 0.40 %; kadar SO_3 : 1.18 %; kadar LOI : 2.30 %. Untuk Mix Semen dan Limestone 4 %, kadar SiO_2 : 20.40 %; kadar Al_2O_3 : 5.75 %; kadar Fe_2O_3 : 3.48 %; kadar CaO : 65.81 %; kadar MgO : 2.25 %; kadar IR : 0.41 %; kadar SO_3 : 1.14 %; kadar LOI : 3.44 %. Untuk Mix Semen dan Limestone 6 %, kadar SiO_2 : 20.24 %; kadar Al_2O_3 : 5.61%; kadar Fe_2O_3 : 3.42%; kadar CaO : 66.01 %;

kadar MgO : 2.22%; kadar IR : 0.44 %; kadar SO₃ : 1.17 %; dan kadar LOI : 4.11 %. Untuk Mix Semen dan Limestone 8 %, kadar SiO₂ : 20.09 %; kadar Al₂O₃ : 5.54%; kadar Fe₂O₃ : 3.37%; kadar CaO : 66.11 %; kadar MgO : 2.18 %; kadar IR : 0.58 %; kadar SO₃ : 1.13 %, dan kadar LOI : 5.10 %. Untuk Mix Semen dan Limestone 10 %, kadar SiO₂ : 19.89 %; kadar Al₂O₃ : 5.39%; kadar Fe₂O₃ : 3.33%; kadar CaO : 66.35 %; kadar MgO : 2.14 %; kadar IR : 0.62 %; kadar SO₃ : 1.14 %; dan kadar LOI : 5.82 %.

Berdasarkan data tersebut maka disimpulkan bahwa pengaruh penambahan additive limestone terhadap kualitas komposisi kimia Semen Portland, yaitu semakin banyak additive limestone yang ditambahkan pada Semen Portland maka kualitas komposisi kimia Semen Portland semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Standar Nasional Indonesia*. Badan Standarisasi Nasional (SNI. 01-2323-2002).
- Rasyid A., Musafira; 2004; *Analisa Kimia Semen*; Departemen Quality Assurance PT. Semen Bosowa Maros
- Clesceri, Lenore S., Greenberg, dkk, 1998. *Standard Methodes for the Examination of Water and Wastewater*. 20 thn Edition.
- Day,J,R., 2000. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi VI, Erlangga Jakarta.
- Sujawardi K., 2006; *Pengaruh SO₃ Terhadap setting Time*; Sekolah Menengah Analis Kimia Makassar
- Octarina N., Bayuningtyas S., 2006; *Sistem Pengendalian MgO Pada Proses Pembuatan Semen Berdasarkan PDCA*;

Universitas Hasanuddin
Makassar

Budiman R, J., Hadi P. 1994. *Teknologi Semen PT. Semen Nusantara*; Cilacap.

————— SNI-15-2049-1994;
Portland Cement.